



CONTROLE ESTRUTURAL DA REDE DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PICUÍ, NORDESTE DO BRASIL

Assucena Nogueira Batista Dantas¹
João Rafael Vieira Dias²
Camylla da Silva Dantas³
Kívia Soares de Medeiros⁴
Davi do Vale Lopes⁵
Abner Monteiro Nunes Cordeiro⁶

RESUMO

A rede de drenagem se configura como uma importante ferramenta na análise do controle litoestrutural e tectônico de uma bacia hidrográfica, pois pode fornecer importantes informações sobre as características do substrato geológico e indícios de atividades tectônicas pretéritas, a partir da presença de anomalias de drenagem. No Nordeste brasileiro, os principais sistemas de drenagem são condicionados por estruturas deformacionais, que determinam a dinâmica de dissecação e agradação fluvial. Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar o controle litoestrutural e (neo)tectônico da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí, localizada entre os Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba. A rede de drenagem dessa bacia hidrográfica apresenta a ocorrência de diversas anomalias, como cotovelos de drenagem, segmentos retilíneos e processo de superimposição, que sugerem controle litoestrutural e (neo)tectônico. A elaboração dessa pesquisa foi feita a partir de uma ampla revisão bibliográfica e cartográfica acerca do controle litoestrutural e tectônico da rede de drenagem do Nordeste setentrional do Brasil, seguido pela utilização de *softwares* de geoprocessamento para a identificação de anomalias de drenagem e geração de produtos cartográficos. A integração dos dados obtidos evidencia que a rede de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Picuí apresenta forte controle litoestrutural. Os resultados sugerem que a atual configuração da rede de drenagem dessa bacia foi devidamente afetada por mudanças no campo de tensões a partir do Mioceno, mas também pelo processo de *underplating* magmático associado ao magmatismo Macau que afetou o Planalto da Borborema.

¹ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, assucenadantas@gmail.com;

² Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN, jrafael.ufn@email.com;

³ Doutoranda em Geografia pela Universidade Estadual Ceará - UECE, camylla15dantas@hotmail.com;

⁴ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, kivamedeiros1205@gmail.com ;

⁵ Professor titular de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN, davi.lopes@ufrn.br;

⁶ Professor orientador: Doutor, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, abner.cordeiro@ufrn.br.



INTRODUÇÃO

A rede de drenagem, através de seus padrões, formas e morfometria, pode fornecer informações sobre os aspectos geológicos e geomorfológicos de determinadas áreas, assim como sobre condicionamento morfoestrutural do relevo (Soares; Fiori, 1976; Couto et al., 2011), configurando-se como uma importante ferramenta na análise do controle litoestrutural e morfotectônico (Hayakawa; Rossetti, 2012; Cordeiro et al., 2024).

O controle litoestrutural, tanto no desenvolvimento, quanto na configuração da rede de drenagem, é evidenciado a partir dos padrões geométricos dos canais e/ou das anomalias de drenagem, associados ao substrato geológico. De acordo com Howard (1967), as anomalias de drenagem são feições, como, por exemplo, segmentos retilíneos, inflexões abruptas e trechos de meandros, que indicam algum controle litoestrutural (Gontijo, 1999; Hayakawa; Rossetti, 2012).

No Nordeste setentrional brasileiro, os principais sistemas de drenagem configuram sua dinâmica de dissecação e agradação fluvial em conformidade com as principais estruturas de deformação dúcteis e rúpteis, impressas no embasamento cristalino, desenvolvidas desde o final do Ciclo Brasileiro (Maia; Bezerra, 2014; Cavalcanti; Bastos; Cordeiro, 2020; Cordeiro et al., 2024). São exemplos desses sistemas de drenagens, no Estado do Rio Grande do Norte, os vales dos rios Piranhas-Açu e Apodi-Mossoró, ambos encaixados no sistema de falhas da fase *rift* da Bacia Potiguar (Maia; Bezerra, 2011; Silva; Maia, 2017).

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar o controle litoestrutural e (neo)tectônico da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí (BHRP), a partir de produtos e técnicas de sensoriamento remoto. A rede de drenagem da BHRP apresenta diversas anomalias, como inflexões ortogonais, trechos retilíneos e processo de superimposição, sugestivos de drenagens com controle litoestrutural.

ÁREA DE ESTUDO

A BHRP está localizada entre os estados do Rio Grande do Norte (RN) e Paraíba (PB), na porção ocidental do Planalto da Borborema. Essa Bacia está inserida no setor setentrional da Província Borborema, no contexto tectônico-estratigráfico do Domínio Rio-Piranhas Seridó (DRPS), sendo constituída por rochas do embasamento paleoproterozoico (Complexo Caicó), supracrustais neoproterozoicas (Grupo Seridó), intrusões graníticas, a exemplo de diques de pegmatitos, datados do Cambriano (Cabral



Neto et al., 2018), além de rochas basálticas, associadas ao magmatismo Macau (30-20 Ma) (Bezerra et al., 2020), e coberturas sedimentares relacionadas a Formação Serra do Martins (Costa et al., 2019; Dantas; Medeiros; Cavalcante, 2021).

A área de estudo está sob influência do clima semiárido, caracterizado por elevadas temperaturas ($\geq 27^{\circ}\text{C}$) e evapotranspiração potencial de ~ 2.200 mm/ano, com chuvas irregularmente distribuídas tanto no tempo quanto no espaço, concentradas, no primeiro semestre do ano, em períodos de três a quatro meses (Lima et al., 2011; Jesus; Matos, 2013; Diniz; Pereira, 2015). As condições inerentes a esse clima proporcionam o desenvolvimento de uma rede de drenagem intermitente, assim como o estabelecimento da vegetação de Caatinga, além de solos rasos e pedregosos.

METODOLOGIA

As etapas metodológicas deste trabalho envolveram uma ampla revisão bibliográfica sobre controle litoestrutural da rede de drenagem do Nordeste setentrional brasileiro, seguida pela utilização de *softwares* de geoprocessamento, que permitiram o reconhecimento da área de estudo, assim como a geração de dados e produtos cartográficos georreferenciados.

A extração da rede de drenagem foi realizada de forma automática no *software* Qgis, versão 3.40.4, através do complemento SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses) > Saga next gen > Terrain analysis - channels > Channel network and drainage basins, utilizando-se a imagem do Copernicus DEM de resolução espacial de 30 m, disponibilizada de forma gratuita na internet. Posteriormente, foi determinada a hierarquia da rede de drenagem segundo Strahler (1952).

Para a obtenção da densidade de drenagem (Dd) foi utilizada a seguinte fórmula: $Dd = Lt/A$, em que: Lt = comprimento total dos canais; A = Área da bacia. A partir disso foi feita a classificação em faixas para a densidade de drenagem, classificando-a em baixa, mediana, alta e muito alta, conforme (Beltrame, 1994).

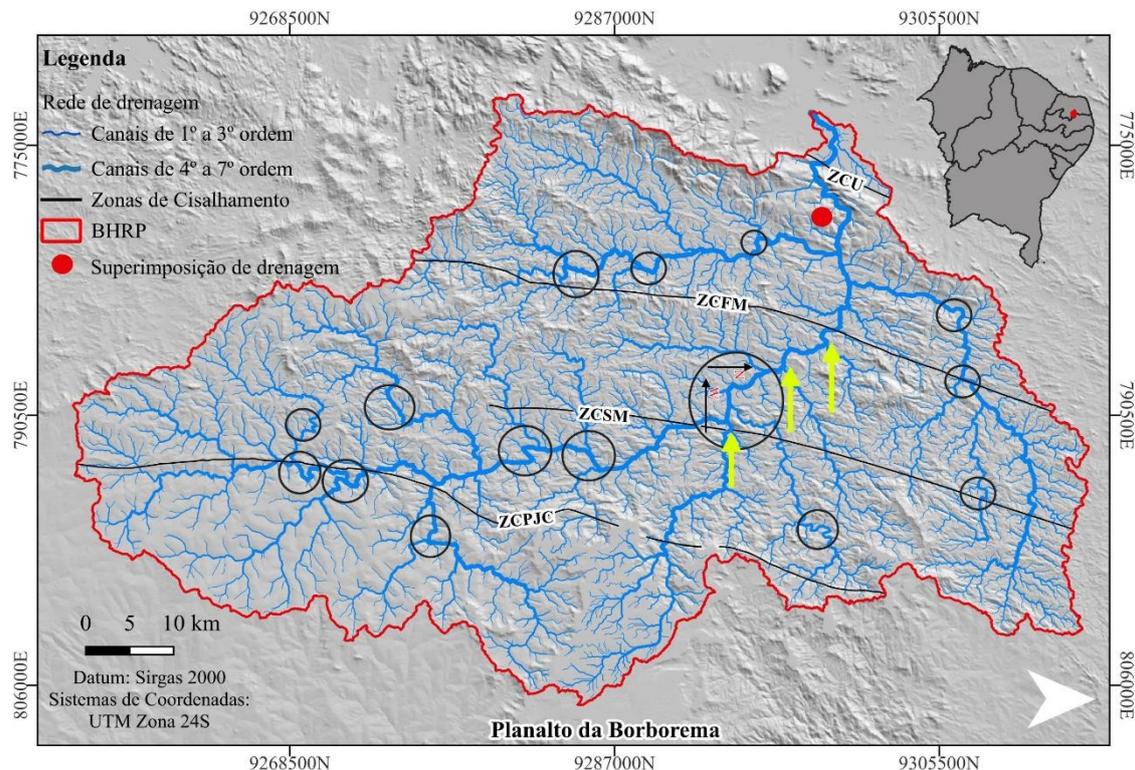
Em seguida, a partir da análise de imagens de satélite e modelos digitais de elevação foram extraídos de forma manual os lineamentos da área de estudo mediante a utilização das ferramentas de edição do *software* Qgis. Para a extração manual dos lineamentos, é considerado que estes compreendem feições lineares identificáveis nos terrenos e em imagens de sensores remotos, que podem estar associados a estruturas de subsuperfície, especialmente a linhas de fraqueza (Bricalli, 2016).

Por fim, em posse da rede drenagem e das feições mapeadas foram gerados os gráficos de rosetas que permitiram espacializar a direção preferencial da drenagem e dos lineamentos estruturais. A produção dos gráficos de roseta foi realizada no *software* OpenStereo, a partir do arquivo de entrada .txt, obtido mediante a conversão de dados gráficos (.shp) em dados numéricos (.txt) através da ferramenta *AzimuthFinder* (Queiroz et al., 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A BHRP ocupa uma área de ~ 1.217 km² (Figura 1), com uma rede de drenagem disposta em 6.170 canais, a qual totaliza uma extensão de ~ 2.628 km. O canal principal apresenta uma extensão de 80 km, com suas principais nascentes localizadas no Estado da Paraíba. Essa bacia compreende canais de 1º a 7º ordem, na qual os canais de 1º e 2º ordem representam quase 75% da rede de drenagem.

Figura 1- Mapa da BHRP, onde as setas amarelas indicam a migração gradual do canal do rio Picuí, de leste para oeste, enquanto os círculos cinzas destacam as anomalias ao longo dos principais canais de drenagem.



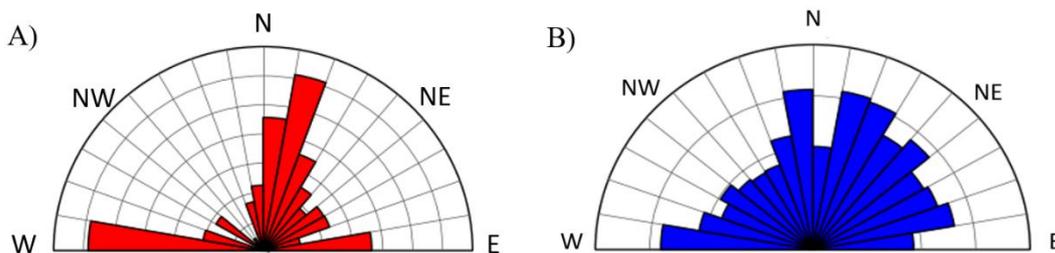
Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Legenda- ZCU: Zona de cisalhamento Uburana; ZCFM: Zona de Cisalhamento Frei Martinho; ZCSM: Zona de Cisalhamento Santa Mônica; ZCPJC: Zona de Cisalhamento Picuí João Câmara.

A análise da rede de drenagem da BHRP revela uma densidade de drenagem (Dd) de 2,06 km/km², o que indica que a bacia tem uma alta densidade de drenagem, que está associada a baixa permeabilidade das rochas metamórficas da Formação Seridó. A densidade de drenagem é o parâmetro que controla a eficiência do escoamento, refletindo a influência do clima, do relevo, do tipo de rocha e de solo, da cobertura vegetal e, do uso e ocupação da bacia (Thomas; Goudie, 2000).

Quanto a análise qualitativa do arranjo da rede de drenagem, a BHRP apresenta predominantemente o padrão de drenagem dendrítico, caracterizado por apresentar um arranjo irregular em todas as direções, como reflexo da declividade e das características pouco heterogêneas da litologia da área de estudo. Esse padrão é tipicamente desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme (Christofoletti, 1980), a exemplo dos micaxisto da Formação Seridó, litologia de maior representatividade da BHRP.

A organização do padrão de drenagem quando analisada pela totalidade de seus canais (1º a 7º ordem), apresenta canais dispersos em todas as direções (Gráfico 1). Contudo, destacam-se como direções preferenciais a NNE-SSW, seguidas das direções NE-SW, W-E e NW-SE. Essa disposição preferencial da rede de drenagem da BHRP confere compatibilidade com as principais estruturas de deformação regional, a exemplo das zonas de cisalhamento de direção NE-SW, herdadas da Orogênese Brasileira e reativadas no Cretáceo e Cenozoico (Bezerra; Vita-Finzi, 2000).

Gráfico 1 – Diagrama em rosetas da direção preferencial dos lineamentos (A) e da rede de drenagem (B).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).



Contudo, quando analisado o canal principal do rio Picuí, este apresenta um padrão direcional NNW-SSE, que destoa da tendencial regional NE-SW. Para explicar esse direcionamento anômalo do rio Picuí, ou melhor a migração gradual do rio Picuí, leste para oeste, deve-se levar em consideração o soerguimento do Planalto da Borborema e da superfície erosiva adjacente, em razão do espessamento crustal (*magmatic underplating*), associado a atividade do Magmatismo Macau (Oliveira; Medeiros, 2012).

O soerguimento do Planalto da Borborema potencializou os processos erosivos por meio do rejuvenescimento do relevo da BHRP. Conforme Maia, Betárd e Bezerra (2014), esse soerguimento se constitui como o principal modificador dos níveis de base de erosão. A partir disso, a medida que a drenagem foi se instalando, os canais foram ocupando os setores mais fraturados, e vinculados a presença de planos de fraqueza de direção E-W e NW-SE, o que resultou no deslocamento lateral do rio Picuí, assim como no processo de superimposição de drenagem no setor oeste da bacia (Figura 1).

Esses planos de fraqueza de direção E-W e NW-SE, de acordo com Bezerra et al. (2020), foram, provavelmente, desenvolvidos a partir do Mioceno Médio, em razão da mudança no campo de tensões intraplaca, predominantemente compressivas de direção NW-SE e E-W, associada à compressão na Cadeia Andina e à expansão do assoalho oceânico mesoatlântico (forças de *ridge push*) (Cremonini; Karner, 1995; Ferreira et al., 2008; Assumpção et al., 2016).

Por fim, a análise da rede de drenagem da BHRP evidenciou a presença de diversas anomalias de drenagem (e.g., segmentos retilíneos, curvas anômalas e inflexões ortogonais) (Figura 1). Essas anomalias podem estar correlacionadas aos fatores estruturais (e.g., falhas, fraturas, diques) e litológicos (e.g., heterogeneidade das rochas) da BHRP.

CONCLUSÕES

Portanto, destaca-se que a BHRP, apresenta uma área bem drenada, caracterizada por apresentar predominantemente um padrão dendrítico de drenagem, como reflexo das da baixa permeabilidade do substrato rochoso pré-cambriano. Contudo, mesmo reconhecendo a importância do substrato, deve-se levar em consideração o controle estrutural e tectônico da BHRP, evidenciado a partir das anomalias de drenagem, onde as estruturas de deformação rúpteis de direção W-E e NW-SE sugerem um condicionamento estrutural dos principais canais fluviais.



Palavras-chave: Rio Picuí, Tensões intraplaca, Magmatismo Macau, Lineamentos estruturais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (GEOCERES/UFRN) e a Direção do Centro de Ensino Superior do Seridó (CERES/UFRN) pelo apoio logístico e financeiro, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ASSUMPCÃO, M.; DIAS, F. L.; ZEVALLOS, I.; NALIBOFFI, J. B. Intraplate stress field in South America from earthquake focal mechanisms. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 71, p. 278-295, 2016.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.

BEZERRA, F. H. R.; AMARAL, R. F.; SILVA, F. O.; SOUSA, M. O. L.; FONSECA, V. P.; VIEIRA, M. M. **Folha Macau: SB.24-X-D-II**. Escala 1:100.000. Nota explicativa. Rio Grande do Norte: UFRN/CPRM, 2007. 63p.

BEZERRA, F. H.; CASTRO, D. L.; MAIA, R. P.; SOUSA, M. O. L.; MOURA-LIMA, E. N.; ROSSETI, D. F.; BERTOTTI, G.; SOUZA, Z. S.; NOGUEIRA, F. C. C. Postrift stress field inversion in the Potiguar Basin, Brazil – implications for petroleum systems and evolution of the equatorial margin of South America. **Marine and Petroleum Geology**, v. 111, p. 88-104, 2020.

CABRAL NETO, I.; SILVEIRA, F. V.; FERNANDES, P. R.; PAES, V. J. C.; SANTOS, L. D.; MEDEIROS, V. C. **Mapa geológico e de recursos minerais de lítio-Província Pegmatítica da Borborema**. Escala 1:250.000. Natal: CPRM, 2018.

CABRAL NETO, I.; SILVEIRA, F. V.; FERNANDES, P. R.; PAES, V. J. C.; SANTOS, L. D.; MEDEIROS, V. C. **Mapa geológico e de recursos minerais de lítio-Província Pegmatítica da Borborema**. Escala 1:250.000. Natal: CPRM, 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COSTA, A. P. et al. **Mapa geológico da Província Mineral do Seridó: estados da Paraíba e Rio Grande do Norte**. Recife: SGB/CPRM, 2019.

COUTO, E. V.; MANIERI, D. D.; MANOSSO, F. C.; FORTES, E. Correlação morfoestrutural da rede de drenagem e lineamentos da borda planáltica, Faxinal, Paraná. **Geociências**, v. 30, n. 3, p. 315- 326, 2011.



- CREMONINI, O. A.; KARNER, G. D. Soerguimento termal e erosão na Bacia Potiguar submersa e seu relacionamento com a evolução da margem equatorial brasileira. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 16., 1995, Recife. **Boletim...** Recife, 1995, v. 14, p. 181-184.
- DANTAS, E. P.; MEDEIROS, V. C.; CAVALCANTE, R. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte. Escala 1:500.000. Programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Recife: SGB/CPRM, 2021.
- DINIZ, M. T. M.; PEREIRA, V. H. C. Climatologia do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 35, n. 3, p. 488-506, 2015.
- FERREIRA, J. M.; BEZERRA, F. H. R.; SOUSA, M. O. L.; NASCIMENTO, A. F.; SÁ, J. M.; FRANÇA, G. S. The role of Precambrian mylonitic belts and present-day stress field in the coseismic reactivation of the Pernambuco lineament, Brazil. **Tectonophysics**, v. 456, n. 3/4, p. 111-126, 2008. DOI: 10.1016/j.tecto.2008.01.009.
- GONTIJO, A. H. F. **Morfotectônica do médio vale do rio Paraíba do Sul: região da serra da Bocaina, Estados de São Paulo e Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade Estadual de São Paulo – Campus Rio Claro, 1999.
- HAYAKAWA, E. H.; ROSSETTI, D. F. Caracterização da rede de drenagem da bacia do médio e baixo curso rio Madeira. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 4, p. 401-418, 2012.
- HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. **Bulletin American Association of Petroleum Geologist**, v. 51, n. 11, p. 2246-2259. 1967.
- JESUS, E. S.; MATTOS, A. Análise espaço temporal da evapotranspiração sobre a microrregião do Seridó no Estado do Rio Grande do Norte. **Holos**, v. 6, n. 29, p. 22-32, 2013.
- LIMA, M. I. C. Análise de drenagem e seu significado geológico-geomorfológico. **Apostila**, Belém do Pará, 2002.
- LIMA, R. C. C.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P. (Eds.). Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro. Instituto Nacional do Semiárido- INSA, Campina Grande, 209 p, 2011.
- MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo no nordeste setentrional brasileiro. **Mercator**, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014.
- MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Neotectônica, geomorfologia e sistemas fluviais: Uma análise preliminar do contexto nordestino. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, p. 37-46, 2011.
- MAIA, R. P.; BÉTARD, F.; BEZERRA, F. H. Geomorfologia dos maciços de Portalegre e Martins–NE do Brasil: inversão do relevo em análise. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 2, 2016.
- OLIVEIRA, R. G.; MEDEIROS, W. E. Evidences of buried loads in the base of the crust of Borborema Plateau (NE Brazil) from Bouguer admittance estimates. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 37, p. 60–76, 2012.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

SCHUMM, S. A. **River variability and complexity**. Cambridge University Press, 236 p. 2005.

SILVA, M. B.; MAIA, R. P. Caracterização morfoestrutural do alto curso da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, Ceará-Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 18, n. 3, p. 637-655, 2017.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de Fotografias Aéreas em Geologia. **Notícia Geomorfológica**, v. 16, p. 71-104, 1976.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography. **Geological Society of America Bulletin**, v.63, n.10, p.1117-1142, 1952.

THOMAS, S. D. G; GOUDIE, A. **The dictionary of Physical Geography**. Malden, USA: Blacwell publishers Ltd, 2000, 610 p.

